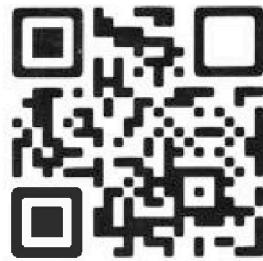
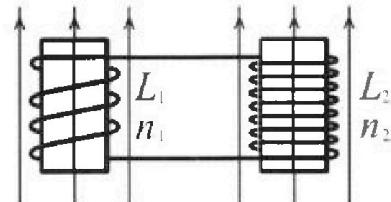


**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024**  
**Вариант 11-02**



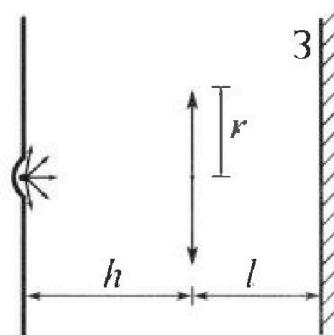
*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.*

- 4.** Две катушки с индуктивностями  $L_1 = L$  и  $L_2 = 9L$  и числами витков  $n_1 = n$  и  $n_2 = 3n$  помещены во внешние однородные магнитные поля с постоянными во времени индукциями (см. рис.). Площадь витка каждой катушки  $S$ . Индукции внешних полей направлены перпендикулярно плоскостям витков катушек. Катушки находятся достаточно далеко друг от друга. Омическое сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Вначале тока в катушках нет.



- 1) С како<sup>й</sup>й скоростью (по модулю) начнет изменяться ток в катушках, если в катушке с индуктивностью  $L_1$  индукция внешнего поля начнет уменьшаться со скоростью  $\Delta B / \Delta t = -\alpha$  ( $\alpha > 0$ ), а во второй катушке внешнее поле останется неизменным?
- 2) За некоторое время индукция внешнего поля в катушке с индуктивностью  $L_1$  уменьшилась от  $B_0$  до  $2B_0/3$ , не изменив направления, а в катушке с индуктивностью  $L_2$  индукция внешнего поля уменьшилась от  $B_0/3$  до  $B_0/12$ , не изменив направления. Внешние поля в катушках изменились неравномерно. Найти ток (по модулю) в катушках к концу изменения внешних полей. Ответ дать с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- 5.** В стене сделана небольшая выемка, внутри которой находится маленькая лампочка так, что прямой свет от лампочки на стену не попадает (см. рис.). Справа от лампочки на некотором расстоянии  $h$  расположена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $F = 2h$ . Главная оптическая ось линзы горизонтальна и проходит через лампочку. Радиус линзы  $r = 2$  см. Справа от линзы на расстоянии  $l = h$  расположено параллельно стене плоское зеркало З. Считать, что свет, идущий мимо линзы, проходит плоскость линзы беспрепятственно. Размеры стены и зеркала намного больше размеров линзы.



- 1) Найдите площадь неосвещённой части зеркала.
- 2) Найдите площадь неосвещённой части стены.

Ответы дайте в [см<sup>2</sup>] в виде  $\gamma\pi$ , где  $\gamma$  - целое число или простая обыкновенная дробь.

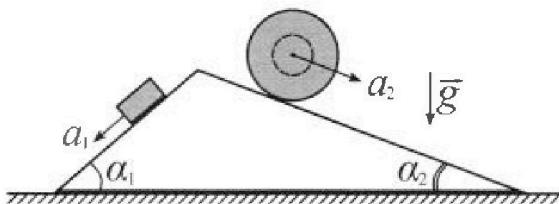
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-02



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

1. С клина, находящегося на шероховатом горизонтальном столе, соскальзывает брускок массой  $m$  с ускорением  $a_1 = 7g/17$  и скатывается без проскальзывания полый шар массой  $5m$  с ускорением  $a_2 = 8g/25$  (см. рис.). Клин остается в покое. Углы наклона поверхностей клина к горизонту  $\alpha_1 (\sin \alpha_1 = 3/5, \cos \alpha_1 = 4/5)$  и  $\alpha_2 (\sin \alpha_2 = 8/17, \cos \alpha_2 = 15/17)$ . Направления всех движений лежат в одной вертикальной плоскости.



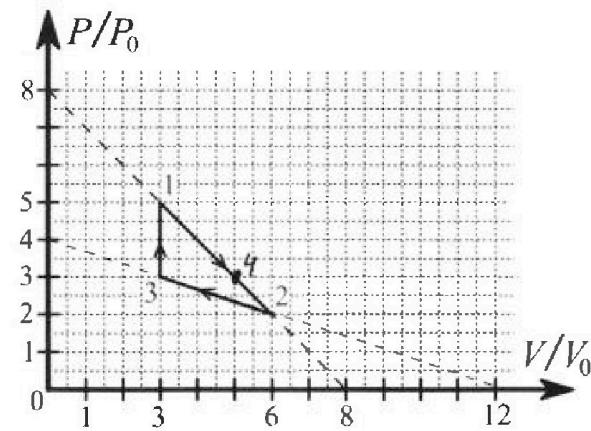
- 1) Найти силу трения  $F_1$  между бруском и клином.
- 2) Найти силу трения  $F_2$  между шаром и клином.
- 3) Найти силу трения  $F_3$  между столом и клином.

Каждый ответ выразить через  $m$  и  $g$  с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

- ✓2. С идеальным одноатомным газом совершают циклический процесс 1-2-3-1. На рисунке представлена зависимость  $P/P_0$  от  $V/V_0$ . Здесь  $V$  и  $P$  - объем и давление газа,  $V_0$  и  $P_0$  - некоторые неизвестные объем и давление.

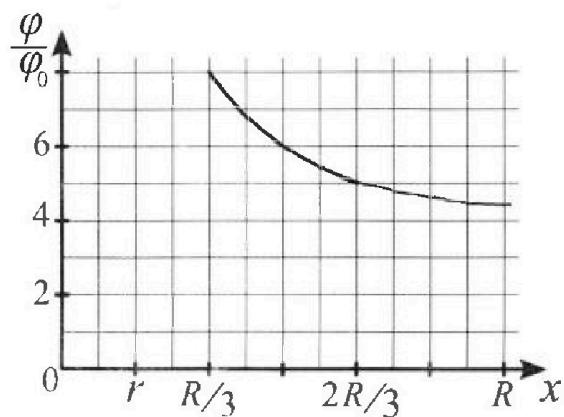
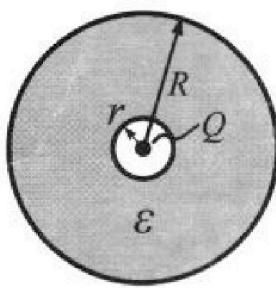
- 1) Найдите отношение модуля приращения внутренней энергии газа в процессе 3-1 к работе газа за цикл.
- 2) Найдите отношение максимальной температуры газа в процессе 1-2 к температуре газа в состоянии 2.
- 3) Найдите КПД цикла.

Ответы выразите числом в виде обыкновенной дроби или целого числа.



- ✓3. В центре полого шара с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  и радиусами поверхностей  $r$  и  $R$  находится шарик с зарядом  $Q$  (см. рис.). Известна графическая зависимость потенциала  $\phi$  электрического поля внутри диэлектрика от расстояния  $x$  от центра полого шара в интервале изменений  $x$  от  $R/3$  до  $2R/3$  (см. рис.). Здесь  $\phi_0$  — потенциал в некоторой точке вне шара. Потенциал в бесконечно удаленной точке принят равным нулю.

- 1) Считая известными  $r$ ,  $R$ ,  $Q$ ,  $\epsilon$ , найти аналитическое выражение (в виде формулы) для потенциала внутри диэлектрика при  $x = 3R/4$ .
- 2) Используя график, найти численное значение  $\epsilon$ .



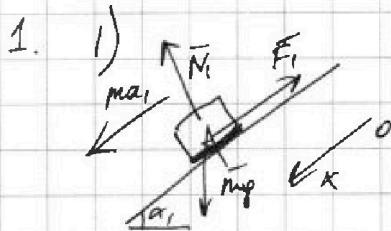


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

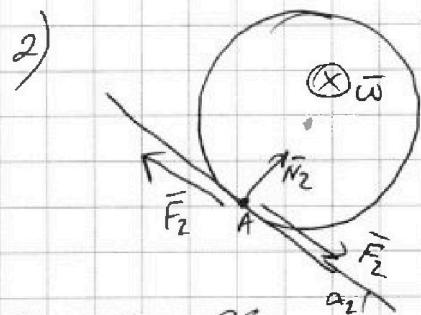
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



// 3. Н. на ОХ:

$$ma_1 = \frac{7}{17}mg = mgsin\alpha_1, -F_1 = \frac{3}{5}mg - F_1,$$

$$F_1 = \left(\frac{3}{5} - \frac{7}{17}\right)g = \frac{16}{85}mg$$



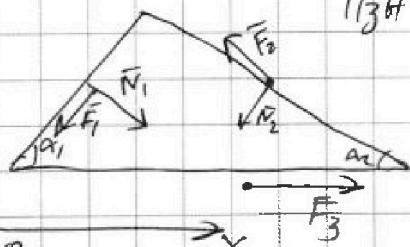
(мн. без проск.)  
т.к. точка А неподвижна,  
точка движется циркулярно  
однородным вращением, значит  
 $VR = (\omega R + V) \cdot 2R$ , где  
 $\omega$  - круговая угловая скорость шара относ.  
центра шара  $\Rightarrow \dot{\varphi} = \alpha_2 = -\omega^2 R$ .

Ось вращения О:

Значит  $F_2 = Ma_2$  и  $\frac{mR^2 \alpha_2}{2R} = F_2 = ma_2$

$$F_2 = \frac{5}{25}mg = \frac{1}{5}mg$$

3)



// 3) Н. по оси ОY:

$$F_3 = F_1 \cos\alpha_1 - N_1 \sin\alpha_1 + F_2 \cos\alpha_2 + N_2 \sin\alpha_2$$

$$N_1 = mg \cos\alpha_1 \text{ (од 1 пункта)}$$

$$N_2 = 5mg \cos\alpha_2 \text{ (од 2 пункта)}$$

$$F_3 = \left( \frac{16}{85} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} + \frac{8}{5} \cdot \frac{3}{17} + \frac{5}{17} \cdot \frac{8}{17} \right) mg =$$

$$= \left( \frac{1}{5} \left( \frac{64}{85} - \frac{12}{25} \right) + \frac{1}{17} \left( 24 + \frac{600}{17} \right) \right) mg = \left( -\frac{140}{85 \cdot 5} + \frac{1008}{289} \right) mg =$$

$$= \frac{1}{17} \left( -\frac{140}{85} - \frac{1008}{289} \right) mg = \frac{1}{17} \cdot \frac{4564}{85 \cdot 5} mg = \frac{4564}{1445} mg.$$

Ответ: 1)  $\frac{16}{85}mg$ ; 2)  $\frac{8}{5}mg$ ; 3)  $\frac{4564}{1445}mg$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$2. 1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2}(\Delta R T_2 - \Delta R T_3) = \frac{3}{2}(15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) = 6p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2}$$

$$A = S_{123} = \frac{2p_0 \cdot 3V_0}{2} = 3p_0 V_0$$

$$x_1 = \frac{\Delta U_{31}}{A} = \frac{6 \cdot 3}{2 \cdot 3} = 3.$$

$$2) \Delta R T_{12} = pV = (8p_0 - \frac{p_0}{V_0}V)V = 8p_0 V - \frac{p_0}{V_0}V^2 -$$

- парабола,  $x_0 = -\frac{b}{2a} = \frac{8p_0 \cdot V_0}{2p_0} = 4V_0$ ,  $\Delta R T_{2\max} = 8p_0 \cdot 4V_0 -$

$$-\frac{p_0}{V_0} \cdot 16V_0 = 16p_0 V_0$$

$$\Delta R T_2 = 12p_0 V_0 \Rightarrow x_2 = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}.$$

$$3) \Delta Q = \cancel{pdV} = \frac{3}{2}(pdV + Vdp) + pdV = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp \Rightarrow$$

~~5pdV + 3Vdp > 0~~ т.к. теплоемкость подходит  
 $\Delta Q = 0$  для 1-2:

$$P_{12}(V) = 8p_0 - \frac{p_0}{V_0}V$$

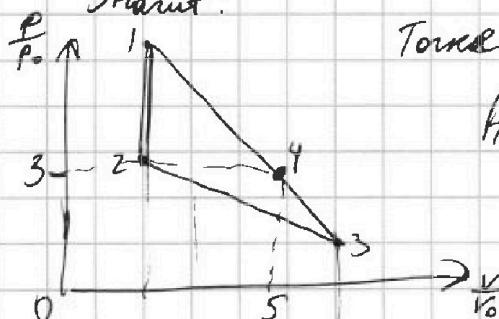
$$\Delta Q_{12} = 5(8p_0 - \frac{p_0}{V_0}V_1)dV = -\frac{3Vp_0}{V_0}dV = 0 \Rightarrow V = 5V_0$$

$\Delta Q = 0$  для 2-3:

$$P_{23}(V) = 4p_0 - \frac{p_0}{3V_0}V$$

$$\Delta Q_{23} = 5(4p_0 - \frac{p_0}{3V_0}V)dV - \frac{3Vp_0}{3V_0}dV = 0 \Rightarrow V = \frac{15}{2}V_0$$

Значит:



Также 4 соединяют  $V = 5V_0$ , ~~то~~  $p = 3p_0$ .

На участке 2-4  $\Delta Q > 0$ , на 4-2  $\Delta Q < 0$ .

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{A}{Q_+}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                                   | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}Q_+ &= \Delta H_{23} + A_{23}^{\text{св}} = \frac{3}{2}(V_R T_4 - V_R T_3) + \frac{(3p_0 + 5p_0) \cdot 2V_0}{2} = \\&= \frac{3}{2}(15p_0 V_0 - 9p_0 V_0) + 8p_0 V_0 = \frac{3 \cdot 6p_0 V_0 + 8p_0 V_0}{2} = 17p_0 V_0\end{aligned}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{17p_0 V_0}{3p_0 V_0} = \frac{17}{3}$$

Ответ: 1) 3  
2) 4/3  
3) 17/3



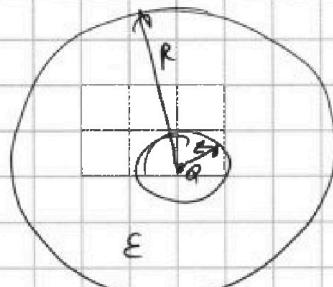
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3. 1)



$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

(внешнее поле в диэлектрике уменьшается в  $\epsilon$  раз)

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon x} = A + \frac{q}{x}$$

$$\varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{9kQ}{\epsilon \cdot 3R}$$

$$2) \begin{cases} \varphi\left(\frac{R}{3}\right) = 8\varphi_0 \\ \varphi\left(\frac{R}{2}\right) = 6\varphi_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 8\varphi_0 = A + \frac{3q}{R} \\ 6\varphi_0 = A + \frac{2q}{R} \end{cases} \Rightarrow 6A + \frac{18q}{R} = 8A + \frac{16q}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2A = \frac{2q}{R} \Rightarrow AR = q \Rightarrow \frac{kQ}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = 2.$$

Ошибки: 1)  ~~$\frac{kQ}{R} \left( \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) + \frac{4kQ}{3\epsilon R}$~~   $\Rightarrow \varphi\left(\frac{3R}{4}\right) = \frac{kQ(3\epsilon+1)}{3\epsilon R}$

2)  $\epsilon = 2.$



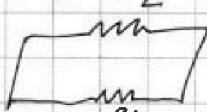
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4. 1) Закон Э-Н. илд.:  $\dot{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{dBnS}{dt} = \alpha S_n$



Запишем обход:  $L\dot{I} + 9L\dot{I} = 10L\dot{I} = \alpha S_n$

$$\dot{I} = \frac{\alpha S_n}{10L}$$

2) Для первой катушки:

$$-\frac{d\Phi_1}{dt} = -\frac{dB_1}{dt} S_n = \frac{1dI_1}{dt} \Rightarrow -\Delta B_1 S_n = L \Delta I_1,$$

Аналогично для второй:  $-\Delta B_2 \cdot S \cdot 3n = 9L \Delta I_2$

Т.к. вначале тоже нет, то:  $I_k = \Delta I_1 + \Delta I_2 = -\left(\frac{\Delta B_1 S_n}{L} + \frac{\Delta B_2 \cdot 3n}{9L}\right)$

де  $I_k$  - конечн. ток в катушках

$$-\Delta B_1 = \frac{2B_0}{3} - B_0 = \frac{B_0}{3}$$

$$-\Delta B_2 = \frac{9B_0}{12} - B_0 = \frac{B_0}{4}$$

$$I_k = \frac{B_0}{3} \frac{S_n}{L} + \frac{B_0}{4} \frac{S_n}{3L} = \frac{B_0 S_n}{L} \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{12} \right) = \frac{5}{12} \frac{B_0 S_n}{L}$$

Ответ:  $\sum_{T=1}^2 \frac{B_0 S_n}{L}$  1)  $\frac{4 S_n}{10L}$

2)  $\frac{5}{12} \frac{B_0 S_n}{L}$

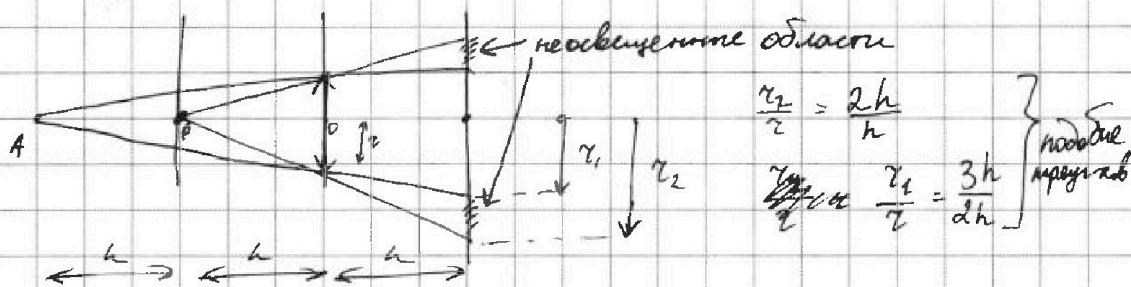
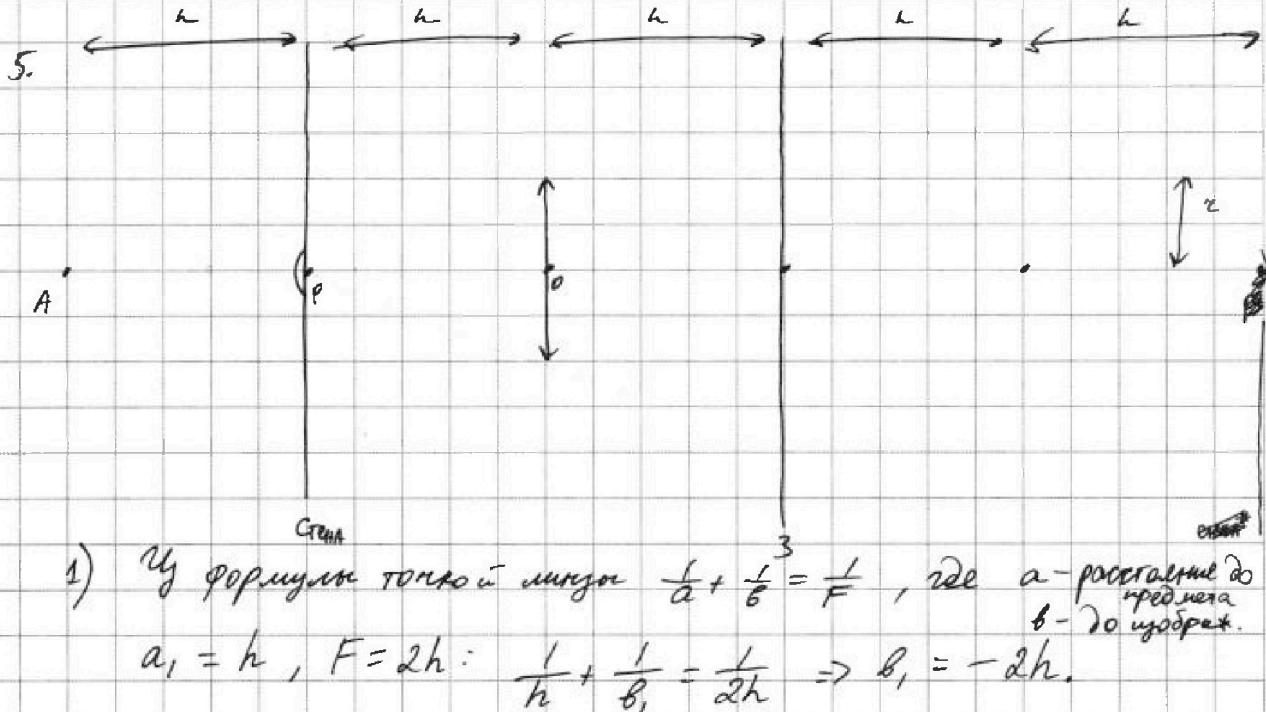


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

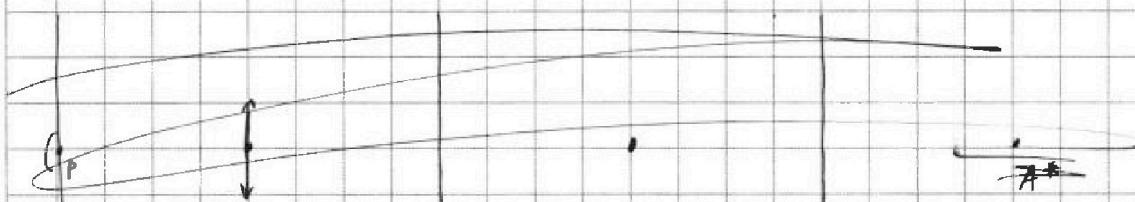
СТРАНИЦА  
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{aligned} S_1, \text{последующей части зеркала: } S_1 &= \pi r_2^2 - \pi r_1^2 = \pi \left( 4 - \frac{9}{4} \right) 2^2 = \\ &= \pi \cdot \frac{7}{4} \cdot 2^2 = \frac{7}{4} \pi 2^2 = \frac{7}{4} \cdot 4 \pi \text{ см} = 7 \pi \text{ см}^2 \end{aligned}$$

2) Определим систему ближе \*, так как зеркало вращало А в А\*.





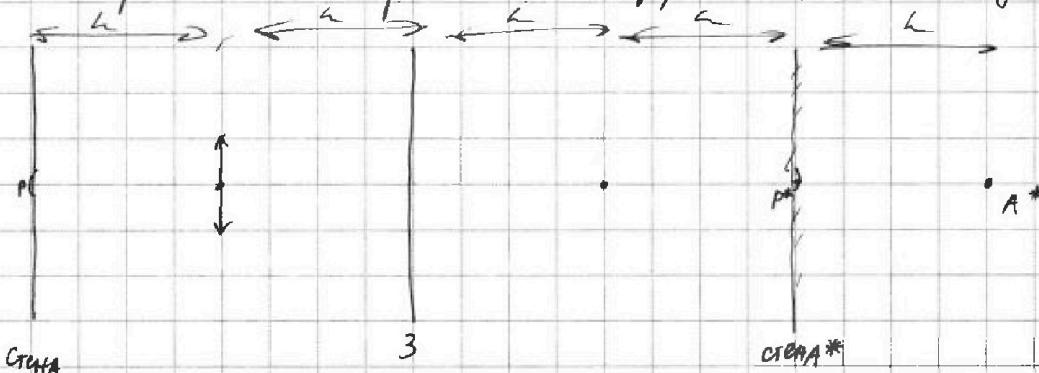
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2) Рассмотрим симметричное относ. зеркала т.  $A^*$  и стены ( $A^*$  и стена\*)

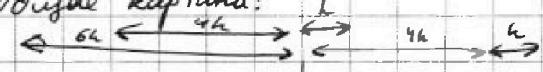


$P'$  лучи от  $P^*$ :

$$\text{ФТЛ для } a_2 = 3h, F = 2h: \frac{1}{3h} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b_2 = 6h$$

$P'$  лучи от  $A^*$ :  $a_3 = 4h, F = 2h: \frac{1}{4h} + \frac{1}{b_3} = \frac{1}{2h} \Rightarrow b_3 = 8h$

Общая картина:



для  $A^*$  Код лучей выше главной оптической оси

для  $P^*$  код лучей ниже главной оптической оси

Затенёнованное областю  
соответствует неосвещённой  
части стены в сущности  $A^*$  и  $P^*$

Видно, что дальше сужают неосвещённую область между точками  $B$  и  $R$ .

$$\frac{SB}{7h} = \frac{6h}{7h}; \frac{SR}{2} = \frac{5h}{4h} \quad \text{— подобные треугольников.}$$

$$S_2 \text{ неосвещённой части стены: } S_2 = \pi (SR^2 - SB^2) = \pi 2^2 \left( \frac{25}{16} - \frac{36}{49} \right) =$$

$$= \pi 2^2 \cdot \frac{649}{784} = \frac{649}{784} \cdot 4 \pi^2 = \frac{649}{196} \pi \text{ см}^2$$

Ответ: 1) ~~2~~ 7; 2)  $\frac{649}{196}$



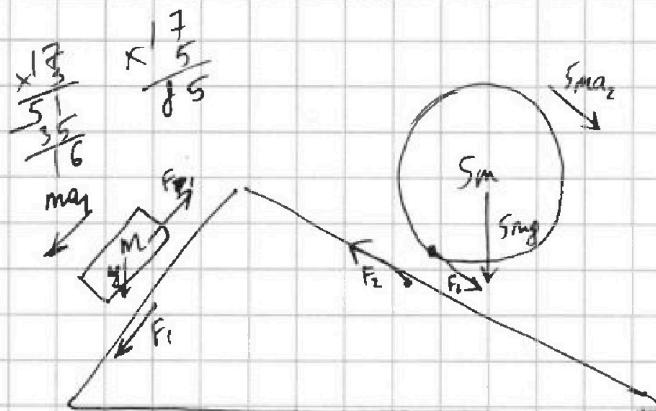
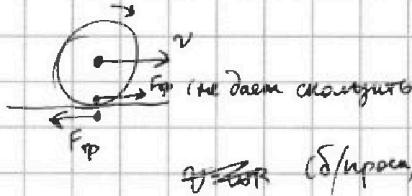
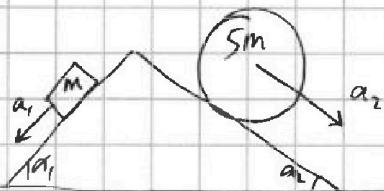
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

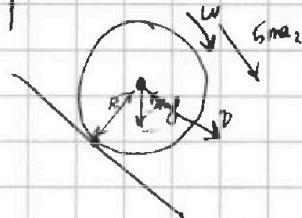
СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{2}{5} - \frac{7}{17} = 16$$



$$I\alpha_2: \uparrow$$



$$V \cdot R = \cancel{WR} (WR + v) R \cdot 2$$

$$2WR^2 + VR = 0$$

$$\dot{v} = -2\dot{w}R$$

$$\alpha_2 = -2\dot{w}R$$

$$\text{Используя: } mR^2 \dot{w} = F_{PP} \\ 2mR^2 \ddot{w} = -F_2 = \cancel{mR^2} \cdot \alpha_2$$

$$\cancel{F_{PP}} \quad F_2 = \cancel{5m\alpha_2} \quad \cancel{mR^2\ddot{w} = -F_2}$$

$$\alpha_2 = -2\dot{w}R$$

$$\dot{w} = \frac{-\alpha_2}{2R}$$

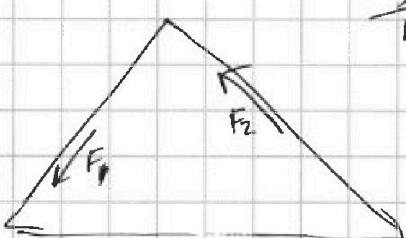
$$\text{Отн. } \cancel{0} \alpha_2 + mR^2 \dot{w} = F_2$$

$$F_2 = \frac{mR\alpha_2}{\cancel{2R}}$$

$$\frac{2}{5} - \frac{7}{17}$$

$$\frac{17}{1}$$

$$F_3 =$$





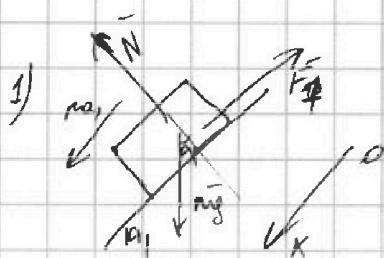
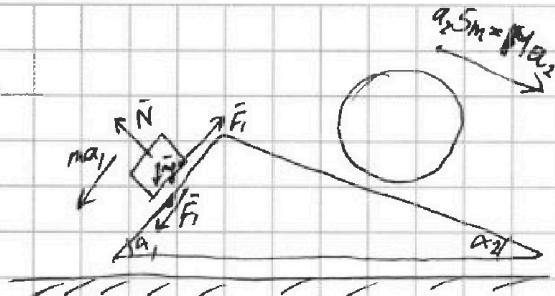
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

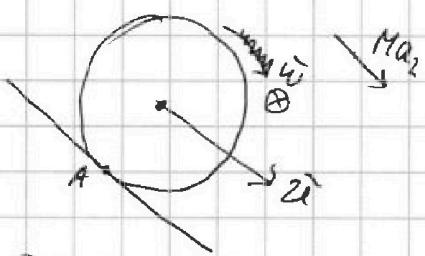
СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1.



2)



Второй закон Ньютона по ОX:

$$\sum F_x = ma_x = mg \sin \alpha, - F_1 = mg \cdot \frac{3}{5} - F_1$$

$$F_1 = \left( \frac{3}{5} - \frac{7}{17} \right) mg = \frac{16}{85} mg$$

Т.к. движется без проскальзываний:  
то  $v_A = 0$ , значит для мгновенного  
центра вращения A:  $2R = (wR + v) \cdot 2R$   
 $v = -2wR$   
 $v = -2\dot{\omega}R$

По теореме Клапейрона:  $J_A = J_0 + MR^2 = 2MR^2$   
 $J_A \dot{\omega} = 2MR^2 \dot{\omega} = F_2$

$$\begin{array}{r} \times \frac{15}{4} \\ \hline \frac{15}{4} \end{array} \quad \begin{array}{r} \times \frac{17}{600} \\ \hline \frac{17}{600} \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{17}{85} \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \times \frac{4}{7} \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times \frac{12}{7} \\ \hline \frac{12}{204} \end{array} \quad \begin{array}{r} \times \frac{168}{69} \\ \hline \frac{168}{140} \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{168}{908} \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} \frac{600}{1008} \\ \hline \end{array}$$

~~1008/17~~

~~1008/17~~

~~1008~~

~~1008~~

~~28~~

~~\times 1008~~

~~5~~

~~\times 17~~

~~595~~

~~85~~

~~1945~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$pV^{\frac{5}{3}} = \text{const}$$

$$p_{12} = \delta p_0 - \frac{p_0}{V_0} V$$

$$p_{23} = \gamma p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V$$

$$\boxed{5pdV + 3Vdp = 0}$$

~~степ.~~

$$\text{Кас: } (pV^{\frac{5}{3}})' = pV^{\frac{2}{3}} + \frac{5}{3}V^{\frac{2}{3}}pV^{-\frac{1}{3}} =$$

$$\dot{p} = (cV^{\frac{5}{3}})' = c \cdot \left(-\frac{5}{3}\right)V^{-\frac{8}{3}}$$

$$1-2: 5(\delta p_0 - \frac{p_0}{V_0} V) dX = \frac{3p_0}{V_0} dX V$$

~~$\frac{50p_0}{3} = \frac{5p_0}{3} V$~~ 

$$5V_0 = V$$

$$2-3: 5(\gamma p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V) dX = \frac{3p_0}{3V_0} V dX$$

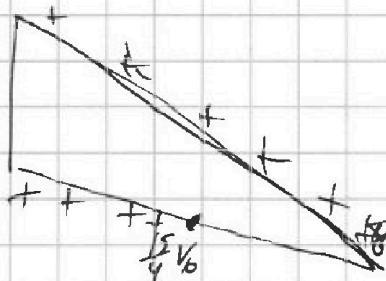
$$20p_0 - \frac{5}{3} \frac{p_0 V}{V_0} = \frac{p_0 V}{V_0}$$

~~$5V_0 = \frac{1}{3} V$~~

$$15V_0 = V$$

$$20 = \frac{V}{3V_0}$$

$$V = \frac{15}{7} V_0$$



~~$Q_f = 3p_0 V_0$~~

~~степ.~~

all

$$40p_0 - \frac{5p_0}{V_0} V = \frac{3Vp_0}{V_0}$$

$$\frac{p_0}{V_0} V = 40$$

$$V = 5V_0$$

$$20p_0 - \frac{5}{3} \frac{V}{V_0} p_0 = \frac{p_0 V}{V_0}$$

$$\frac{28V}{3V_0} = 20.5$$

$$V = \frac{45}{14} V_0$$



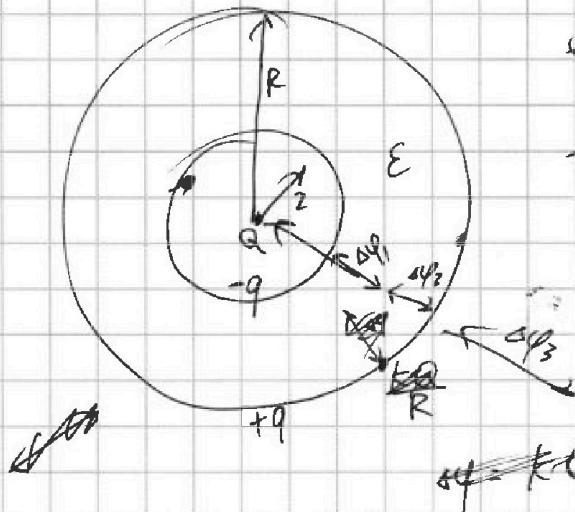
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3.



$$\cancel{\Delta\phi_1} = D = \epsilon \epsilon_0 E$$

~~$$\frac{kQ}{x^2} - \frac{kq}{x^2}$$~~

$$E = -\epsilon \epsilon_0 D$$

$$D \approx \frac{kQ}{x^2}$$

$$E = k \frac{Q-q}{x^2}$$

$$Q = \epsilon (Q-q)$$

$$q = Q(\epsilon - 1)$$

$$\Delta\phi_1 = kQ \left( -\frac{1}{r} \right) + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{x} \right)$$

$$\Delta\phi_2 = \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{R} \right)$$

$$\Delta\phi_3 = kQ \left( \frac{1}{R} \right)$$

~~$$\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2 + \Delta\phi_3$$~~

$$\varphi(x) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{\epsilon} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kQ}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon R}$$

~~$$\varphi(R) = \frac{kQ}{3R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ}{\epsilon}$$~~

$$\frac{Q}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) + \frac{kQ \cdot 4}{\epsilon R \cdot 3}$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} A + \underline{A}$$

$$6\varphi_0 = A + \frac{2Q}{R}$$

~~$$2\varphi_0 = \frac{Q}{R}$$~~

$$8\varphi_0 = A + \frac{3Q}{R}$$

~~$$8A + \frac{16Q}{R} = 6A + \frac{18Q}{R}$$~~

$$2A = \frac{2Q}{R}$$

$$\frac{kQ}{R} \left( 1 - \frac{1}{\epsilon} \right) = \frac{kQ}{\epsilon R}$$

$$1 = \frac{2}{\epsilon} \quad \epsilon = 2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$1) \Delta U_{31} = \frac{3}{2} (DRT_1 - DRT_3) \approx \frac{3}{2} \cdot 12 = 18$$

$$DRT_1 = 5p_0 \cdot V_0 \approx 15p_0 V_0$$

$$DRT_3 = p_0 V_0$$

$$x_1 = 6$$

$$A_y = \frac{2 \cdot 3}{2} = 3$$

$$2) p(V) = \cancel{p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}} \cancel{+} \cancel{p_0 - p_0 \frac{V}{V_0}} p_0 V$$

$$DRT = \cancel{\frac{5}{2} \left( p_0 - p_0 \frac{V}{V_0} \right) V} = p_0 V - \frac{p_0}{V_0} V^2$$

$$\text{Верн: } \frac{-b}{2a} = \frac{-p_0}{\frac{p_0}{V_0} \cdot 2} = 4V_0$$

$$DRT_2 = p_0 \cdot 12V_0$$

$$DRT_{\max} = p_0 \cdot 4V_0 - \cancel{p_0} \cdot 16V_0 = 16V_0 p_0$$

$$x_2 = \frac{16}{12} = \underline{\underline{\frac{4}{3}}}$$

3) Касание адабаты:

$$c_p = c_v + R$$

$$\frac{c_p}{c_v} = \underline{\underline{\frac{5}{3}}}$$

$$\delta Q = pdV + \frac{3}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = 0$$

$$5pdV + 3Vdp = 0 \quad PV^{\frac{5}{3}}$$

$$1-2: \cancel{5(p_0 - \frac{p_0}{V_0} \cdot V)dV + 3V \cdot (-\frac{p_0}{V_0})} = 0$$

$$\cancel{5(p_0 - \frac{p_0}{V_0} V)dV = \frac{3Vp_0}{V_0}}$$

$$\cancel{\left(p_0 - \frac{p_0}{V_0}\right)V} \quad \left(p_0 - \frac{p_0}{V_0} V\right) V^{\frac{5}{3}} = \cancel{p_0 \frac{p_0}{V_0}} \quad p_0 \cdot (3V_0)^{\frac{5}{3}}$$

$$\cancel{p_0 V_0 p_0} \left(8 - 5 \cdot 3^{\frac{5}{3}}\right) = \cancel{p_0} V$$

$$2-3: \cancel{p_0 \left(p_0 - \frac{p_0}{3V_0} V\right) V^{\frac{5}{3}}} = 3p_0 (3V_0)^{\frac{5}{3}}$$

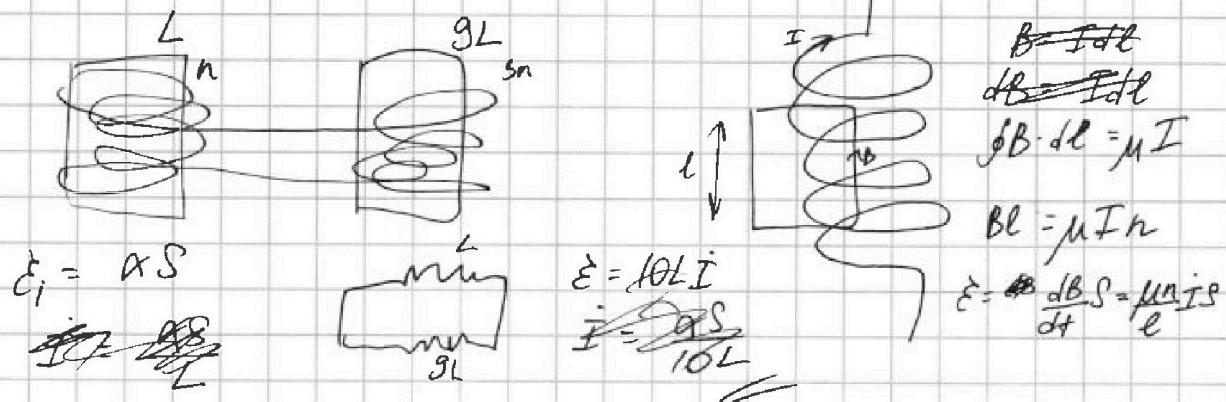


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                            |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$L: B_0 \rightarrow \frac{2B_0}{3} \text{ (неравномерно)}$$

$$SL: \frac{B_0}{3} \rightarrow \frac{B_0}{12} \quad \Phi = \mu_0 B S$$

Без?

$I_k - ?$

$$10LI = \dot{\Phi} = \alpha S_n$$

$$\dot{\Phi} = \alpha S_n$$

$$+ \frac{d\Phi}{dt} = LI = \frac{dB}{dt} S_n$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = 9L \dot{I}_2$$

$$\Delta B_1 = \frac{B_0}{3}$$

$$\Delta I_1 = \Delta B_1 S_n$$

$$9L \Delta I_2 = 3 \Delta B_2 S_n$$

$$L \Delta I_1 = \frac{B_0}{3} S_n$$

$$9L \Delta I_2 = \frac{B_0}{9} S_n$$

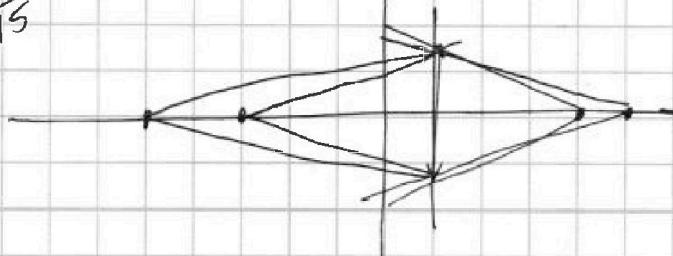
$$\frac{d\Phi}{dt} \text{ общ} = (\Delta B_1 + 3\Delta B_2) S_n$$

$$10L \Delta I = (\Delta B_1 + 3\Delta B_2) S_n$$

$$10L \Delta I = \frac{4B_0}{3} S_n$$

$$I = \frac{4B_0 S_n}{30L} = \frac{2B_0 S_n}{15L}$$

$\frac{289}{545}$



$$\begin{array}{r} \frac{49}{16} \\ \times \frac{36}{16} \\ \hline \frac{225}{100} \\ \frac{1225}{576} \\ \hline \frac{216}{576} \\ \frac{36}{576} \\ \hline \frac{49}{576} \\ \frac{147}{576} \\ \hline \frac{4}{38} \\ \frac{14}{38} \\ \hline \frac{4}{24} \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\frac{1}{2} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$

$$\frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{ER} \left( \frac{4}{3} - 1 \right) = \frac{kQ}{R} + \frac{kQ}{JER} = \frac{kQ}{R} \cdot \left( 4 + \frac{1}{3^2} \right) = \frac{kQ (3^2 + 1)}{3^2 R}$$

Если горизонт:  $\frac{2}{F} + \frac{1}{F} = \frac{1}{F}$   $a = -F$

$a = \frac{-F}{2}$

Несовпад.:  $x = 2z$

$x = 4z$

$\frac{x}{2} = 3$

$x = 6$

$a_2 = \frac{3}{2}F$

$a_2 = 2F$

$\frac{1}{2F} + \frac{1}{6} = \frac{1}{F}$

$\frac{1}{6} = \frac{1}{2F}$

$F = 2F$

$x_{\text{оск}} = 32$

$y_{\text{оск}} = 42$

$\text{расч}$

$\text{оск}$